

El uso de diferentes densidades de cultivo aumenta la producción de carne de *Oreochromis niloticus* en sistema cerrado

The Use of Different Crop Densities Increases the Meat Production of *Oreochromis niloticus* in a Closed System

Alina Mabel ZAFRA TRELLES¹, Moisés Efraín DÍAZ BARBOZA¹, Luis Ángel LUJÁN BULNES¹, María Darleni ASCÓN CABRERA¹, Darío Emiliano MEDINA CASTRO¹

¹Universidad Nacional de Trujillo, Sede Central. Jr. Diego de Almagro 344 cerca de la plaza de armas de Trujillo La Libertad - Trujillo - Trujillo - 130008 Perú.

RESUMEN

El objetivo en este estudio fue determinar el efecto de diferentes densidades de crianza de tilapia en sistema cerrado, en ese sentido, se utilizaron tres unidades experimentales conformada por tanques de PVC de 0,65 m³ y se mantuvieron los sistemas por una semana con aireación para dechlorar el agua potable. Se utilizaron tres densidades de cultivo 50 (T1), 100 (T2) y 150 individuos/0,65 m³ (T3). Fue evaluado quincenalmente la longitud, peso, biomasa inicial (B0), tasa de crecimiento específico (TCE), factor de condición de Fulton (K), sobrevivencia (%) y la producción de carne tilapia (kg). En los tratamientos T1, T2 y T3 los rangos de longitud obtenidos fueron 8,70 a 14,72 cm, peso de 13,58 a 60,43 g, B0 de 1069 a 1988 g, TCE de 0,62 a 0,79 %/día, K de 1,68 a 1,78%, K de 50 a 54% y la producción de carne de tilapia GIFT (*Oreochromis niloticus*) fue de 1,63 kg en el T1, de 2,41 kg en el T2 y de 2,65 kg/0,65 m³ en el T3. Se concluye que, en la densidad de cultivo de 150 individuos/0,65 m³ se obtuvo mayor producción de carne de tilapia.

PALABRAS CLAVE: Tilapia GIFT, manejo, biomasa, tasa de crecimiento específico.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of different tilapia rearing densities in a closed system. In this sense, three experimental units were used, consisting of 0.65 m³ PVC tanks, and the systems were maintained for a week with aeration to dechlorinate drinking water. Three culture densities were used: 50 (T1), 100 (T2) and 150 individuals/0.65 m³ (T3). The length, weight, initial biomass (B0), specific growth rate (TCE), Fulton condition factor (K), survival (%) and tilapia meat production (kg) were evaluated biweekly. In treatments T1, T2 and T3 the length ranges obtained were 8.70 to 14.72 cm, weight from 13.58 to 60.43 g, B0 from 1069 to 1988 g, TCE from 0.62 to 0.79 %/day, K from 1.68 to 1.78%, K from 50 to 54% and the meat production of GIFT tilapia (*Oreochromis niloticus*) was 1.63 kg in T1, 2.41 kg in the T2 and 2.65 kg/0.65 m³ in T3. It is concluded that, at the culture density of 150 individuals/0.65 m³, greater production of tilapia meat was obtained.

KEY WORDS: Tilapia GIFT, production, management, biomass, growth rate.

Introducción

La producción mundial de las principales especies dulceacuícolas cultivadas en el 2020 fue de 5,8 millones de toneladas y estuvo conformado por *Ctenopharyngodonidella* “carpa herbívora” (11,8%), *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” (9,0%) y *Oncorhynchus mykiss* “trucha arco iris” con (1,5%) (FAO, 2022).

En el Perú, la producción de tilapia fue de 3 137 t en el 2022, esta producción se realiza principalmente en los departamentos de San Martín (1 590 t), Piura (1 445 t), Cajamarca (65 t), Amazonas (34 t), Huánuco (2 t) y Lambayeque (1 t) (PRODUCE-RNIA, 2023).

Entre las especies de tilapias más cultivadas en Perú, se encuentran *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus* y *Oreochromis spp.* que sirven para el consumo humano directo buscando en la producción, crecimiento rápido con tallas y pesos comerciales las cuales pueden ser determinados con la relación peso-longitud (Froese & Pauly, 2023), así la tilapia GIFT es una tilapia mejorada genéticamente de *O. niloticus* y la crianza necesita de temperaturas de 27 a 30 °C para el crecimiento y de 32,0 a 36,5 °C para la inducción a machos (Nivelle et al., 2019).

La crianza de tilapia nilótica se realiza en sistemas convencionales como estanques de tierra, estanques con hapas usado para la crianza de alevines y tanques de cemento de 4 000 L (Bhosle et al., 2022). Asimismo, se utilizan estanques y tanques elevados de concreto o de geomembrana y jaulas para las etapas de juveniles y adultos.

Zimmerman et al. (2023) reportan que las tecnologías modernas en el cultivo intensivo de las tilapias utilizan sistemas de recirculación acuícola, entre ellos, la tecnología del biofloc (BFT), sistema de recirculación acuícola (RAS), bio-RAS,

sistemas de estanques divididos (PAS), sistema de recirculación en estanques (SP) sistema de recirculación en raceway (IPRS) y acuicultura multitrófica integrada (IMTA), que permiten mayor producción acuícola.

El sistema cerrado en la crianza de las tilapias, es importante debido a que permite el control diario de la temperatura, oxígeno, alimento, crecimiento y mortalidad. Además, en el sistema de recirculación de agua-RAS, se favorece el control de los parámetros físico-químicos, manejo de residuos de resto de alimento, heces y el ahorro del agua. En tal sentido, utilizar el sistema cerrado en tanques de cultivo mejora la obtención de los indicadores de crecimiento y supervivencia.

En cuanto al manejo de estrategias en la alimentación de las tilapias, se investigaron diferentes tipos de alimentos, entre ellos los naturales, utilizando abonos, fertilizantes o biofloc como tecnología predominante en la producción de alimento vivo (Widanarni *et al.*, 2012; Yasmeeen *et al.*, 2018; Brol *et al.*, 2017; Araújo *et al.*, 2019; Menaga *et al.*, 2020; Zafra *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2022; Gebru & Balkew, 2023).

En los alimentos artificiales, se realizaron investigaciones con diferentes mezclas de insumos como soya, maíz, arroz, trigo y harina de pescado, y mayormente el nivel proteico usado en las diferentes etapas de crianza fue de 45%, 35%, y 28% en sistemas semi intensivos e intensivos alcanzando factores de conversión alimenticia de 1,3 a 2,2, respectivamente (Rojas-Hernandez *et al.*, 2018; Zafra *et al.*, 2019, Zimmerman *et al.*, 2023).

El crecimiento de *O. niloticus* realizado en estanques, tanques y jaulas está relacionado al alimento, densidad, sexo, temperatura y recambios de agua. Siendo importante el mayor crecimiento en machos por lo que se utiliza la reversión sexual con hormonas para los cultivos mono sexo de las tilapias (Hahn von Hessberg *et al.*, 2012). Con respecto a la densidad, Menaga *et al.* (2020) obtienen mayor crecimiento utilizando densidades de 30 peces/m³ y Manduca *et al.* (2020) estudiando densidades desde 18 a 75 tilapias /m³, determinaron que 33 peces/ m³ presentaron mejores resultados para la crianza de tilapia.

En jaulas, Shamsuddin *et al.* (2022) señalan que las tilapias ganaron mayor peso al iniciar la crianza con 34 g. En estanques, Datta & Kumar (2022) afirman que se puede estandarizar la densidad del stock de tilapia GIFT a 40 peces/m³ en hapas. Tran *et al.* (2021) reportan que a densidades de siembra de 3 a 4 tilapias GIFT/m², en 5,5 meses obtienen 257,7 g y una supervivencia de 75% con un factor de conversión alimenticia de 1,5 y si esta disminuye a densidades de 1,35 Ind/m² en 100 días logran pesos de 300,93 a 320,52 g.

En la crianza con densidades super intensivas, Haridas *et al.* (2017) utilizando 200 a 350 peces /m³, el intervalo con mayor respuesta al crecimiento fue de 200 a 250 peces/m³. En el caso de Silva *et al.* (2022 b) reportan que la densidad de tilapias que presenta mayor rendimiento es la de 400 peces/m³, cuando se trabajan en rangos de 200 a 800 peces/m³.

Las investigaciones sobre producción de tilapia en diferentes sistemas de crianza fueron escasas, el problema radica en determinar qué producción de tilapia se obtiene a diferente densidad teniendo como referencia la tecnología de producción para favorecer la comercialización.

Investigaciones de Sha *et al.* (2008) reportan mayor producción de tilapia GIFT en monocultivo con 4306,14 kg/ha mientras que en cultivo mixto con *Barbodesgonionotus* con densidades de 1:1 logran 3480,38 kg en seis meses de cultivo. Por ello, el objetivo de la investigación fue determinar la producción y manejo de tilapia GIFT a diferente densidad en sistema cerrado en Trujillo, La Libertad.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La investigación se realizó de agosto a diciembre de 2022, en el laboratorio de Acuicultura-SL04LA04 del Departamento Académico de Pesquería de la Universidad Nacional de Trujillo, ubicado geográficamente a los 08° 06'57" S y 79°01'43" W, a una altitud de 34 m.s.n.m. en Trujillo que pertenece a la costa norte del Perú.

Las características climáticas promedio en Trujillo, para el periodo de investigación fueron: clima seco, mayormente nublado, con rangos de temperaturas máximas de 25,8 a 20,0 °C y mínimas de 14,1 a 15,0 °C (Ministerio del Ambiente-Senamhi, 2020).

Procedimiento de toma de datos

Se utilizaron tres unidades experimentales conformada por tanques de PVC de 0,65 m³ y se mantuvieron los sistemas por una semana con aireación para declorar el agua potable.

El sistema de aire estuvo conformado por un Ring Blower GEBIAO de 250 W con flujo de 57 m³ h⁻¹, para airear el agua de los tanques, luego por tanque se instalaron dos mangueras de 1,20 m de longitud y 0,5 cm Ø y al extremo final se colocaron piedras difusoras. Asimismo, en cada tanque se instalaron los Termostatos Sobo de 100 W y se fijaron a 32°C para calentar el agua.

La muestra de un millar de alevines de Tilapias GIFT (*Oreochromis niloticus*) fue adquirida del Módulo La Balsa de San Ignacio, Cajamarca. La muestra biológica se aclimató y se adaptó hasta la etapa de juveniles.

La siembra se realizó con juveniles de tilapia GIFT en agosto 2022, se consideraron tres tratamientos T1, T2 y T3, con densidades de 50, 100 y 150 Ind/ 0,65 m³, respectivamente.

Los muestreos biológicos se realizaron cada 15 días, denominados M1-M10 y en el control biométrico se determinaron las longitudes (cm) con el uso de un ictiómetro y los pesos (g) con una balanza CAMRY.

Se evaluaron las siguientes variables siguiendo la metodología de Zafra et al. (2019) y Li et al. (2021):

En cuanto a la biomasa, se determinó inicialmente el peso de las tilapias al iniciar el estudio, se denomina biomasa (B0) y se aplicó:

$$B0 (g) = N * \bar{W}$$

Donde, N: número de tilapias, \bar{W} peso promedio

La tasa específica de crecimiento (TEC) es un indicador del crecimiento, que relaciona la diferencia del logaritmo natural de los pesos en relación al tiempo de crianza(t):

$$\text{Tasa de crecimiento específico (TEC)} \text{ TEC (\% / día)} = 100 * [\ln W_f - \ln W_o] / t$$

Donde, Ln: logaritmo natural, Wf: peso final, Wo: peso inicial y t: días de cultivo

En cuanto, al Factor de condición de Fulton (K), determina el estado de bienestar de los peces y se determinó:

$$K = 100 * (W / LT^3)$$

Donde, W (g): Peso, LT³ (cm): longitud total al cubo La Mortalidad (M), se determinó:

$$M (\%) = (NO - Nf / NO) * 100$$

Donde, NO: número inicial de tilapias, Nf: número final de tilapias.

Con respecto a la Supervivencia (S), se obtuvo con:

$$S (\%) = (1-M) * 100$$

Donde, M: mortalidad

La producción (P), se determinó con la biomasa final (Bf) obtenida por volumen (m³) en cada tratamiento de densidad P= Bf/ volumen.

En cuanto al manejo, se evaluaron las variables de oxígeno (mg/L) y temperatura (°C) con un multiparámetro YSI 550 A en cada unidad experimental. El alimento artificial utilizado en la alimentación de las tilapias, se brindó con tasas de alimentación del 10 al 3% con alimento comercial Aquatech del 45 y 35 % de proteínas con tres frecuencias al día de 8:00, 10:00 y 14:00 h, cada nivel proteico se brindó durante 75 días.

El alimento natural producido en el Biofloc con fuente carbonada de melaza se trabajó de acuerdo con Zafra *et al.* (2022) y se suministró 20 L por semana en cada unidad experimental como alimento suplementario, la limpieza y sifoneo del fondo de los tanques fue semanal y los recambios de agua al 30% se realizaron de manera quincenal.

Finalmente, se aplicó el análisis de varianza (Anova) de una vía en Excel, para determinar la diferencia significativa de la producción de biomasa de tilapia GIFT entre los tratamientos a diferente densidad a un nivel de confianza del 95 %.

Resultados

Las densidades de tilapia GIFT en los tres tratamientos disminuyeron de 50 a 27 en el T1, en el T2 fue de 100 a 50 y en el T3 de 150 a 77 Ind/0,65 m³, lo mismo ocurrió con la supervivencia que disminuyeron de agosto a octubre en el T1 (100 a 68 %) y disminuyeron de 100 a 51-53% en T2 y T3 una quincena posterior (Tabla 1).

Tabla 1. Densidad de tilapia GIFT y porcentaje de supervivencia por tratamiento T-1- 50 , T-2-100 y T-3-150 Ind/0,65 m³ realizado de agosto a diciembre 2022.

Muestreo	Densidades					
	T1	%	T2	%	T3	%
	Ind/0,65 m ³	S	Ind/ 0,65 m ³	S	Ind/ 0,65 m ³	S
M 1-agosto	50	100	100	100	150	100
M 2	48	96	89	89	128	85
M 3-septiembre	48	96	79	79	120	80
M 4	42	84	68	68	99	66
M 5-octubre	36	72	61	61	91	61
M 6	34	68	58	58	85	57
M 7-noviembre	27	54	51	51	79	53
M 8	27	54	50	50	77	51
M 9-diciembre	27	54	50	50	77	51
M10	27	54	50	50	77	51

La siembra de las tilapias en agosto 2022, se iniciaron con longitudes de 10,23cm en T1; 9,24 cm en el T2 y de 8,88 cm en el T3, y los pesos fueron de 21,38 g, 14,47 g y 13,58 g para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente.

En los muestreos quincenales fluctuaron entre 14,72 cm y 60,43 g en el T1, en el T2 fue de 13,47 cm y 48,13 g y en el T3 con 11,82 cm y 34,44 g para diciembre 2022.

En cuanto a la tasa de crecimiento específico se obtuvo en el T1 un promedio de 0,69, en T2 fue 0,79 y en T3 de 0,62%/día. Con respecto al Factor de Condición de Fulton los valores fueron de 1,78%, 1,68% y 1,76% para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente.

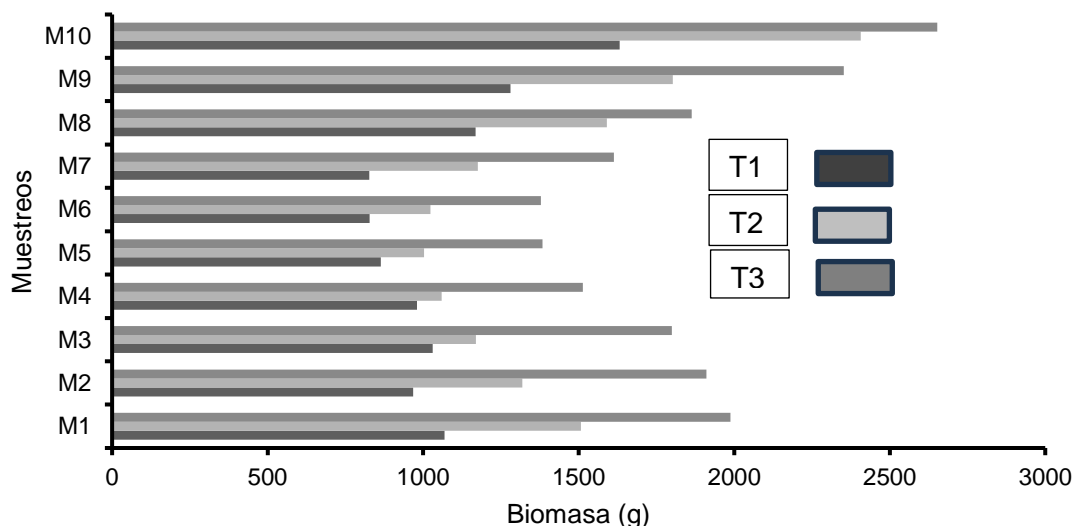
Las biomásas quincenales fluctuaron entre 1069,1 a 1631,7 g (T1), 1507,4 a 2406,9 g (T2) y en el T3 fue de 1988 a 2652,4 g (Tabla 2).

Tabla 2. Producción de biomasa (g) de tilapia GIFT en los muestreos quincenales a diferente densidad con tres tratamientos T-1 (50), T-2 (100) y T-3 (150) ind/0,65 m³ en sistema cerrado realizado de agosto a diciembre 2022.

Muestreo	Densidades		
	T1 50 Ind/ 0,65 m ³	T2 50 Ind/ 0,65 m ³	T3 100 Ind/0,65 m ³
M1-agosto	1069,1	1507,4	1988,0
M2	967,8	1318,8	1910,3
M3-septiembre	1030,1	1169,1	1799,0
M4	979,7	1059,1	1513,6
M5-octubre	863,6	1002,5	1383,9
M6	827,9	1023,4	1378,6
M7-noviembre	827,1	1175,5	1612,8
M8	1168,5	1590,6	1862,9
M9-diciembre	1281,0	1802,7	2352,4
M10	1631,7	2406,9	2652,4

Las tendencias de las biomásas mensuales de tilapia GIFT, con respecto a la densidad disminuyeron entre agosto y octubre 2022, con mortalidades del 46, 50 y 49% en T1, T2 y T3, respectivamente. En el último tratamiento, T3, las biomásas se incrementaron de noviembre a diciembre (M7 a M10) entre 1612,8 y 2652 g y la tendencia fue similar en los tratamientos 1 y 2 (Figura 1).

Figura 1. Comparación de biomasa en cada densidad de crianza de tilapia a cada 15 días desde agosto a diciembre 2022.



La mortalidad de las tilapias GIFT, en el T1 fue de 16, en el T2 de 50 y en el T3 de 77 peces desde agosto hasta octubre 2022, en consecuencia, la supervivencia fue de 54%, 50% y 51% respectivamente en los tres tratamientos durante 150 días de crianza.

En cuanto al manejo, la aireación fue permanente las 24 horas con aporte de oxígeno de 4 a 6 mg/L, la temperatura promedio del agua se mantuvo entre 18 a 24 °C. Con respecto al alimento, se suministró diariamente alimento artificial peletizado y alimento vivo suplementario obtenido del biofloc semalimento conformado por fitoplancton y zooplancton entre los que destacaron *Chlorella sp.*, *Navicula sp.*, *Scenedesmus acuminatus* y *Scenedesmus acutus*, y en zooplancton *Brachionus sp.*, *Culex sp.* y nemátodos, además el recambio de agua en la crianza de las tilapias GIFT permitieron eliminar el exceso de residuos de alimento y heces.

Al finalizar la investigación, todas estas variables influyeron en la producción de la tilapia GIFT que alcanzó valores de 1,63 kg en el T1, 2,41 kg en el T2 y en el T3 de 2,65 kg y en el análisis de varianza aplicado a la producción, se obtuvo un F de 10,8000398 y un F crítico de 3,35413083 y la probabilidad de error p fue de 0,00035794 encontrando diferencia estadística significativa al 95% de confiabilidad en los tratamientos T1, T2 y T3.

Discusión

Las densidades de tilapia GIFT recomendadas por Menaga et al. (2020) y Manduca et al. (2020) en tanques de cultivo son de 30 a 33 peces/m³, lo que difiere con esta investigación que utilizó densidades entre 50 y 150 tilapias GIFT en volúmenes de 650 L.

Sin embargo, en otras investigaciones utilizaron densidades intensivas como las de Haridas et al. (2017) y Silva et al. (2022) quienes utilizan densidades de tilapia entre 200 a 800 peces/m³ en sistema Biofloc, recomendando usar las densidades de los límites inferiores de 200 y 400 peces/m³. Asimismo, Li et al. (2021) reportan densidades de carga para *O. aureus* de 50 kg/m³ con peso inicial de 70,1g ± 3.2 en tanques de cultivo, lo que significa 713 tilapias/m³.

En esta investigación, las densidades de tilapia GIFT fueron menores a los rangos de estos investigadores, pero la mortalidad ocurrió desde agosto hasta la primera quincena de noviembre 2022, con mortalidades de 46%, 49% y 51% en T1, T2 y T3, respectivamente.

El crecimiento de tilapia GIFT tuvo una tasa de crecimiento específico promedio de 0,7 %/día, y estuvo afectada por las temperaturas, que oscilaron entre 18 y 24 °C con límites inferiores en octubre 2022, estando el óptimo de esta especie en 28 °C. Silva et al. (2017) y Moses et al. (2021) reportan que en investigaciones con otras líneas genéticas, la tilapia GIFT presenta menor crecimiento, por tener baja tolerancia al frío, sin embargo las temperaturas entre 27,7 a 37,6°C favorecen su crecimiento.

Esto posiblemente afectó su crecimiento e incrementó las muertes en los tres tratamientos, además la siembra de tilapias GIFT estuvo conformada por tallas heterogéneas en cada tratamiento siendo un aspecto de selección, disponibilidad y calidad en tamaño de semilla. Además, la temperatura fue de 12°C por debajo del óptimo que soporta la especie, debido a que la temperatura ambiental de agosto a octubre estuvo entre 14 a 16°C lo que afectó al crecimiento de tilapia GIFT.

Zafra et al. (2019) reportan supervivencias para *O. aureus* de 80,85% y 97,92% en sistema cerrado usando densidades de 50 Ind/tanque, mientras que Datta & Kumar (2022) reportan una supervivencia de 96,25% para tilapia GIFT usando hapas dentro del estanque. Tran et al. (2021) indican supervivencias de tilapia del 75% para estanques, pero cuando alcanzan el 50% de supervivencia, las campañas de producción disminuyen al obtener menos beneficios económicos. Lo que posiblemente se deba a una acción sinérgica de varios factores como la temperatura, densidad y alimentación.

Además, la investigación fue importante porque nos permitió establecer un rango de supervivencia entre 50,0 y 97,2% en la crianza de Tilapias GIFT en diferentes condiciones de temperatura.

El comportamiento similar de la supervivencia en los tres tratamientos indicó que el manejo en sistema cerrado de temperatura, alimentación incluyendo biofloc contribuyó a mantener este porcentaje debido a la presencia del fitoplancton y zooplancton como alimento vivo, que como indican Zafra et al. (2022) el fitoplancton contribuye con el 26% al 28 % de proteínas. Además, Silva et al. (2022) reportan que la tilapia presenta una conducta de alimentación omnívora oportunista, lo que favorece su crecimiento al aceptar alimento artificial y natural (biofloc).

La producción de la biomasa de tilapia GIFT, en el tratamiento 3 fue ligeramente mayor, posiblemente esto ocurrió por el mayor número de individuos que incrementaron el peso a partir de noviembre a diciembre 2022. Además, también las temperaturas alcanzaron 24 °C y esto contribuyó que las tilapias incrementaran su biomasa.

El-Bokhty & Fetouh (2023) refieren que *O. niloticus* y *O. aureus* presentan un factor de condición del crecimiento de 1,70 y 1,72, y por su parte Tesfaye & Tadese (2008) reportan que las tilapias presentan un factor de condición de Fulton de 1,87 para ambientes lénticos que representa su grado de bienestar resultados que coinciden con la investigación, por pertenecer a la misma especie, aunque la crianza se llevó en condiciones controladas de sistema cerrado.

En este estudio, el manejo en la crianza de las tilapias GIFT en sistema cerrado, respondieron al 50% en su total performance de crecimiento y producción debido a que el factor más importante fue la temperatura, heterogeneidad de tallas y calidad de semilla (referido principalmente a línea, variedad o hibridaciones).

Es recomendable considerar la certificación de la calidad de semilla para lograr mayor producción y considerar las técnicas de manejo con biofloc que maneja mayor densidad. En este sentido, las investigaciones de tilapia en cuanto a la producción y manejo brindan un abanico de posibilidades de generación de nuevas técnicas para incrementar el consumo de peces como alimento seguro para el consumo humano directo.

Conclusiones

La producción de tilapia GIFT a diferente densidad fue de 1,63 kg en T1, 2,41 kg en T2, y fue ligeramente mayor en el T3 con 2,65 kg/0,65 m³. Se recomienda seguir investigando sobre las tilapias para el desarrollo de la Acuicultura rural.

Agradecimientos

A Nayeli Gianina Rojas Santos, de la Escuela Profesional de Biología Pesquera, Universidad Nacional de Trujillo, por su colaboración en la investigación.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Contribución de los autores

AZ, MD, FD, LL: Implementación de unidades experimentales, Muestreos, Análisis y Redacción.

HC, BR, DM: Tabulación de data, Análisis estadístico, Análisis y aportes en la Investigación y Revisión de la Redacción.

Referencias

1. Araújo, M., Braga, I., Cisneros, S., Da Silva, S., Galves, A., & Correia, E. (2019). The intensive Culture of Nile Tilapia supplemented with the microalgae *Chlorella vulgaris* in a biofloc system. *Boletim do Instituto de Pesca*. Open Access, 45(2), 1-9. DOI: 10.20950/1678-2305.2019.45.2.398
2. Bhosle, R., Sampathkumar, J., Antony, C., Aanand, S., Senthilkumar, V., Betsy, C., & Lingam, R. (2022). Comparative study on growth and survival of Genetically Improved Farmed Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry reared under two different culture systems. *J. Environ. Biol*, 43, 385- 389.
3. Brol, J., Pinho, S., Sgnaulin, T., Pereira, K., Thomes, M., Mello, G., & Emerenciano, M. (2017). Biofloc technology on the zootechnical performance of tilapia: Effect of strain and stocking density. *Archivos de Zootecnia*, 66 (254), 229-235. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/495/49553570010.pdf>
4. Datta, S., & Kumar, S. (2022). Standardization of stocking density on Genetically Improved Farmed Tilapia (GIFT) *Oreochromis niloticus* in pond cage aquaculture system. *Journal of Environmental Biology*, 43(2), 216-222. DOI:10.22438/JEB/43/2/MRN-1547.
5. El-Bokhty, E., & Fetouh, M. (2023). Some biological aspects of *Oreochromis niloticus* and *Oreochromis aureus* caught by trammel nets from El Salam Canal Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 27(1), 167-177.
6. FAO. (2022). El estado mundial de la Pesca y la Acuicultura 2022. Hacia la Transformación azul. Roma. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461es>.
7. Froese, R., & Pauly, D. Editors. (2023). Fishbase World Wide Web electronic publication. Fishbase.org.version (02/2023).
8. Gebru, T., & Balkew, W. (2023). Plankton composition and abundance in Semiintensive Aquaculture pond and their preference by Nile Tilapia. *Aquaculture Studies*, 23(2), AQUASTIO32. <http://doi.org/10.4194/AQUASTIO32>
9. Hahn, C.; Grajales, A., & Restrepo, M. (2012). Monografía de Protocolos para obtener poblaciones monosexo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*; TREW. 1983). *bol.cient.mus.hist.nat*, 16 (1), 156 - 172. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v16n1/v16n1a13.pdf>
10. Haridas, H., Verma, A., Rathore, G., Prakash, C., Sawant, P., & Babitha, A. (2017). Enhanced growth and immunophysiological response of Genetically Improved Farmed Tilapia in indoor biofloc units at different stocking densities. *Aquaculture Research*, 48 (8), 4346-4355. <https://doi.org/10.1111/are.13256>
11. Li, L., Shen, Y., Yang, W., Xu, X., & Li, J. (2021). Effect of different stocking densities on fish growth performance: A meta-analysis. *Aquaculture*, 544(4), 737152. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737152>.
12. Manduca, L., Da Silva, M., Alvarenga, E., Alves, GF., Ferreira, N., Teixeira, E., Araujo, A., Silva, M., & Turra, E. (2020). Effects of different stocking densities on Nile Tilapia performance and profitability of a biofloc system with a minimum water exchange, 530(1), 735814. Retrieved from DOI.10.1016/j.aquaculture.2020.735814
13. Menaga, M., Felix, S., Charulatha, M., Mohanasundari, C., & GopalaKanan A. (2020). Comparison of fertilization prototype on biofloc development and its characteristics in GIFT Tilapia Culture. *Indian Journal of Animal Research*, 54(3), 310-316. Doi. 10.18805/ijar.B-3776.
14. Ministerio del Ambiente – Senamhi (2020). Información del tiempo y clima. Pronóstico turístico para Trujillo. <https://web2.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0005>.
15. Moses, M., Chauka, L., Konin, D., Palaikostas, C., & Mtolera, M. (2021). Growth performance of fine different strains of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) introduced to Tanzania reared in fresh and brackish waters. *Scientific Reports*. 11:11147. DOI. 10.1038/s41598021-90505-y.
16. Nivelles, R., Gennotte, V., Kalala, E., Ngoc, N., Muller, M., Melard, C., & Rougeot C. (2019). Temperature preference of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles induces spontaneous sex reversal, 14(2), e0212504. doi: 10.1371/journal.pone.0212504.
17. PRODUCE-RNIA. (2023). Estadística y mercado. Acuicultura 2023. Ministerio de la Producción-PRODUCE y Red Nacional de Información-RNIA, Perú. <https://rnia.produce.gob.pe/estadistica-y-mercado/>
18. Rojas A., García, J., Pena, G., & Soto, G. (2018). Overview of the effect of stocking density and dietary protein levels

- on protein performance of Tilapia (*Oreochromis niloticus*). International Engineering Congress, CONIN 2018. DOI:10.1109/CONIN.2018.8489817
19. Shah, M., Younus, M., & Alam, M. (2008). Performance of genetically improved farmed tilapia (GIFT) under mono and mixed culture with silver barb (*Barbodes gonionotus*) in south-west Banglades. Bangladesh. Fish. Res, 12 (1):75-80. <https://aquadocs.org/handle/1834/33277>
 20. Shamsuddin, M., Hossain, M., Rahman, M., Kawla, M., Tazim, M., Albeshr, M., & Arai, T. (2022). Effects of Stocking Larger-sized Fish on Water Quality, Growth performance, an the Economic Yield of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in Floating Cages. Agriculture (Switzerland),12(7), 1-19. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/7/942>
 21. Silva, E., Pedreira, M., Dias, M., Tessitore, A & Ferreira, T. (2017). Larvae of Nile tilapia lines subject to feeding frequencies under low temperature. Revista Brasileira Saúde Produção Animal, 18(1), 193-203. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/317831522_Larvae_of_nile_tilapia_lines_subject_to_feeding_frequencies_under_low_temperature
 22. Silva, B., Rosa, K., Massago, H., Serafini, R., & Vieira, F. (2022). Nile Tilapia nursery feeding management in a biofloc system. Ciencia e Agrotecnología. Open Access 46 (e009422). Retrieved from <https://doi.org/10.1590/1413-7054202246009422>
 23. Silva, B., Massago, H., De Andrade, J., Serafini, R., & Jatobá, A. (2022). Tilapia nursery stocking densities in a Chemoautotrophic biofloc system. Ciencia e Agrotecnología. Open Access. 46 (e022321). Doi. 10.1590/1413-7054202246022321.
 24. Tesfaye, G. & Tadesse, Z. (2008). Length weight relationship Fulton's Condition Factor and size at first maturity of Tilapia *Oreochromis niloticus* L. in lakes Koka Ziway and Langano (Ethiopian rift Valley). Ethiopian Journal of Biologicals Series, 7 (2), 139-157.
 25. Tran, N., Mashisia, K., Rossignoli, C., Kumar, B., Ching, K., Shawquat, M., & Benzie, J. 2021. Growth, yield and profitability of Genetically Improved Farmed Tilapia (GIFT) and non-GIFT strains in Bangladesh. Aquaculture, 536(1), 736486. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736486>
 26. Widanarni., Ekasari, J. & Maryam S. (2012). Evaluation of Biofloc Technology Application on Water Quality and Production Performance of Red Tilapia *Oreochromis sp.* Cultured at different Stocking densities. Hayati Journal of Biosciences. Open Access, 19 (2), 73-80. DOI: <https://doi.org/10.4308/hjb.19.2.73>
 27. Haraz, Y., El-Hawarray, W., & Shourbela, R. (2018). Culture Performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) raised in abiofloc based intensive system. Alexandria Journal of Veterinary Sciences – AJVS, 58 (1), 166-172. <https://www.alexjvs.com/fulltext/31-1526889325.pdf>
 28. Zafra, A., Diaz, M., Davila, F., Fernandez, R., Vela, K., & Guzmán, H. (2019). Conversión y eficiencia alimenticia de *Oreochromis aureus* var. *suprema* (Cichlidae) con diferente alimento balanceado en sistema cerrado, Trujillo, La Libertad, Perú. *Arnaldoa*, 26(2), 815-826. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26219>
 29. Zafra, A., Díaz, M., Luján, L., Davila, F., & Vela, K. (2022). Alimento vivo producido por el Biofloc en la crianza de *Oreochromis aureus*. *Arnaldoa* 29(2), 257-266. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.292.29104>
 30. Zimmermann, S., Kiessling, A., & Zhang J. (2023). The future of intensive tilapia production and the circular bioeconomy without effluents: Biofloc technology, recirculation aquaculture systems, bio-RAS, partitioned aquaculture systems and integrated multitrophic aquaculture. *Rev Aquac*, 15(Suppl. 1), 22-31. doi:10.1111/raq.12744.